

Docket No.: 449122059900
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Dietmar ELLMER

Application No.: NEW

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filed: July 24, 2003

Examiner: Not Yet Assigned

For: METHOD FOR ADAPTING AN ACTUATION
DISTANCE MODEL FOR AN EXHAUST
TURBOCHARGER

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

U.S. Patent and Trademark Office
2011 South Clark Place
Customer Window, Mail Stop Patent Application
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03
Arlington, VA 22202

Sir:

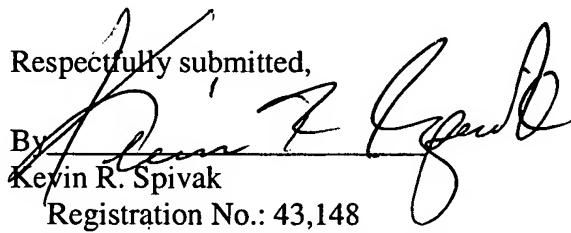
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

Country	Application No.	Date
Germany	10233951.1	07/25/2002

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: July 24, 2003

Respectfully submitted,

By 
Kevin R. Spivak

Registration No.: 43,148
MORRISON & FOERSTER LLP
1650 Tysons Blvd, Suite 300
McLean, Virginia 22102
(703) 760-7762
Attorneys for Applicant

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 33 951.1

Anmeldetag: 25. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells
für einen Abgasturboladersteller

IPC: F 02 B 37/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Steinert", is placed here.

aust

○

○

Beschreibung

Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturboladersteller

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturbolader bei einer Brennkraftmaschine.

10 Steller zur Ansteuerung des Turbinenverhaltens eines Abgas-turboladers zeigen in der Praxis eine gewisse Streuung bzgl. ihrer Stellwirkung und ihrer Ansteuersignale. Die wesentlichen Ursachen hierfür sind, in den Bauteiltoleranzen im Fertigungsprozess und im rauen Einsatzumfeld zu sehen. Die

15 Streuung führt zur Verzögerung des Stellers und zu Ansteuerfehlern bei der Modellierung des Stellers in dem Stellstreckenmodell als Teil einer Ladedruckregelung. Eine spezifische Anpassung von Modellparametern ist nicht bekannt.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells bereitzustellen, das mit einfachen Mitteln zuverlässig Parameter für einen Steller mit möglichst geringem Aufwand adaptiert.

25 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt in einem ersten
30 Schritt eine Erkennung eines stationären oder quasi-stationären Betriebszustands der Brennkraftmaschine. Wurde ein stationärer oder quasi-stationärer Betriebszustand erkannt, so wird ein erster Steller für den Abgasturbolader im Abgastrakt angesteuert. Ebenfalls wird ein zweiter Steller im
35 Ansaugtrakt angesteuert derart, dass die Brennkraftmaschine in dem Betriebszustand verbleibt. Die Ansteuerung des zweiten Stellers kompensiert die Wirkung, die sich mit dem Ansteuern

des ersten Stellers ergibt. In einem nachfolgenden Verfahrensschritt erfolgt die Bestimmung einer Zustandsgröße an der Turbine sowie ein nachfolgender Vergleich von erwarteter und gemessener Änderung der Zustandsgröße an der Turbine. Aus der 5 Abweichung von Ist- und Sollwert Zustandsgröße an der Turbine wird ein Korrekturwert für das Ansteuersignal des ersten Stellers ermittelt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ohne eine Änderung des Betriebszustands der Brennkraftmaschine ein Korrektursignal für die Ansteuerung des ersten Stellers 10 ermittelt. Erfolgt die Ansteuerung des ersten Stellers über ein Stellstreckenmodell, so können die ermittelten Korrekturwerte zur Änderung des Stellstreckenmodells eingesetzt werden, was die Änderung der Ansteuersignale des ersten Stellers bewirkt.

15

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können zwei Ansätze für die konstant Betriebszustände unterschieden werden. Beim ersten Zustand werden die Betriebspunkte für die Verbrennung wie beispielsweise Zündwinkel konstant gehalten. Bei einem zweiten Ansatz wird ohne konstante Betriebspunkte für die Verbrennung gearbeitet, was allerdings ein nicht optimales Brennverhalten während der Adoptionsphase nachsichziehen kann. Allerdings sind bei beiden Ansätzen mindestens effektives Moment und Drehzahl konstant, so dass ein Fahrer den A- 20 daptionsvorgang nicht bemerkt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind als erster Steller im Abgastrakt ein oder mehrere Stellereinheiten für eine Wastegate-Position, einen Turbinenschaufelanstellwinkel, eine Position einer Schiebehülse an dem Abgasturbolader und/oder elektrische Steller mit und ohne Lagerrückmeldung sowie Über- und Unterdruck geführte Membran- 30 dosen vorgesehen. Diese ersten Stellereinheiten werden in einem stationären Betriebszustand der Brennkraftmaschine ange- steuert.

35

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahren sind als zweiter Stelle im Ansaugtrakt ein oder mehrere Stelleinheiten für eine Drosselklappe, eine Rückstromklappe und/oder ein Rückstromventil vorgesehen.

5

- In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der stationäre bzw. quasi-stationäre Betriebszustand aufgrund der Werte für die Motordrehzahl, die Füllung, die Füllungszusammensetzung bei interner Abgasrückführung, Einspritzmenge, Zündwinkel, Motor-
10 moment und Ventiltrieb erkannt. Diese Größen stehen der Motorsteuerung für den einwandfreien Betrieb der Brennkraftmaschine zur Verfügung, so dass diese für die Erkennung des stationären oder quasi-stationären Betriebszustands nicht gesondert erfasst werden müssen.

15

- Als besonders zuverlässig für das Ansteuern des ersten Stellers hat sich herausgestellt, diesen schrittweise anzusteuern. Bevorzugt sind hierbei Schrittbreite und Abstand zwischen den Schritten derart gewählt, dass die Änderung der Zustandsgröße zu jedem Schritt erfasst werden kann. Abhängig vom Betriebszustand werden also sowohl die Höhe des Ansteuer-signal als auch der Abstand zwischen den Ansteuersignalen so gewählt, dass die aufgrund der Ansteuerung herbeigeführte Wirkung gut erfassbar ist.

25

- Da die Wirkung des ersten Stellers sich mit der Zeit aufbauen muss, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den zweiten Steller nach einer Verzögerungszeit anzusteuern. Die Verzöge-
rungszeit kann beispielsweise abhängig von dem Stellstrecken-
30 modell erfolgen.

Als besonders vorteilhaft an dem erfindungsgemäßen Verfahren erweist sich, die Erkennung des stationären bzw. quasi-stationären Betriebszustands im nicht aufgeladenen Betrieb vorzunehmen. Um die Wirkung der Ansteuerung des ersten Stellers nach Möglichkeit gering zu halten, hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, den ersten Steller in Betriebszu-

ständen anzusteuern, in denen eine Änderung des Abgasge-
gendrucks nur eine geringe Änderung des Betriebszustands der
Brennkraftmaschine bewirkt. Ebenfalls kann ein Wert ermittelt
werden, der einen Minimalwert für ein Ansprechen der Stell-
5 strecke auf ein Ansteuersignal für den ersten Steller angibt.
Hierbei wird festgestellt, ob eine erfassbare Änderung in der
Stellstrecke aufgrund des Ansteuersignals auftritt (schwarz-
weiß-Ansatz).

10 In einer möglichen Ausgestaltung erfolgt die Bestimmung der
Zustandsgröße an der Turbine aufgrund von Messungen. In einer
alternativen Ausgestaltung erfolgt die Bestimmung der Zu-
standsgroße an der Turbine aus Mess- und Modellwerten oder
ausschließlich auf Grund von Modellwerten des Abgastrakts. Es
15 hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, als Zustandsgrö-
ße an der Turbine die Turbinenleistung zu wählen.

Damit die Adaption der Streckenparameter für einen Benutzer
unbemerkt erfolgt, werden Drehmoment und Drehzahl durch die
20 Ansteuerung von erstem und zweitem Steller konstant gehalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand eines
Ausführungsbeispiels näher erläutert.

25 Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine,

Fig. 2 eine erste Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ver-
fahrens im Blockdiagramm und

Fig. 3 eine zweite Ausgestaltung des erfindungsgemäßen
Verfahrens im Blockdiagramm.

35 Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 10 in einer schemati-
schen Ansicht. Über einen Ansaugtrakt 12 wird der Brennkraft-
maschine Frischluft zugeführt. Die zugeführte Frischluft

strömt durch einen Luftfilter 14 und einen Ladeluftkühler 16. Stromaufwärts von dem Ladeluftkühler 16 ist ein Verdichter 18 eines Abgasturboladers vorgesehen. Stromabwärts von dem Ladeluftkühler 16 ist eine Drosselklappe 20 vorgesehen. Die ver-
5 dichtete Frischluft tritt in einen der Zylinder 22 ein, wobei zur besseren Übersicht in der Figur lediglich vier Zylinder eingezeichnet sind. Stromabwärts von der Brennkraftmaschine 10 befindet sich der Abgastrakt 24 mit einem Katalysator 26. Stromaufwärts von dem Katalysator 26 ist eine Turbine 28 des
10 Abgasturboladers angeordnet. Es versteht sich von selbst, dass die Turbine 28 mit dem Verdichter 18 gekoppelt ist, um im Betrieb über die Turbine 28 den Verdichter 18 anzutreiben.

Parallel zu dem Abgastrakt 24 im Bereich der Turbine 28 ist
15 ein Bypass 30 mit einem Wastegate 32 vorgesehen. In Fig. 1 ist dargestellt, dass eine Motorsteuerung 34 das Wastegate 32 und die Drosselklappe 20 ansteuert. Zustandswerte zum Be-triebszustand der Brennkraftmaschine 22 werden als Daten 36 in der Motorsteuerung 34 zur Verfügung gestellt.
20

Bei dem erfindungsgemäßen Adoptionsverfahren wird das Waste-
gate 32 schrittweise angesteuert. Ein Schließen des Wastega-
tes 32 bewirkt einen ansteigenden Abgasgegendruck. Um Dreh-
zahl und Drehmoment der Brennkraftmaschine konstant zu hal-
ten, wird dies durch die Drosselklappe 20 kompensiert. Bei
25 Otto-Motoren hat es sich als besonders günstig herausge-
stellt, die Frischluftfüllung zu erhöhen und unter Erhöhung der Abgasmasse und Temperatur drehmomentneutral eine Spätzün-
dung zu verwenden.

30 Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im Hinblick auf Fig. 2 näher erläutert. In einem ersten Verfahrensschritt 38 erfolgt eine stationäre Betriebserken-
nung der Brennkraftmaschine. Diese erfolgt bevorzugt im nicht
35 aufgeladenen Betrieb. Eingangsgrößen für die stationäre Be-
triebserkennung 38 sind die im Block 40 zusammengefassten Werte für Motordrehzahl, Füllung, Füllungszusammensetzung

(EGR), Einspritzmenge, Zündwinkel, Motormoment und Ventiltrieb.

Für einen erkannten stationären bzw. quasi-stationären Betriebszustand erfolgt in Schritt 42 eine schrittweise Erhöhung des Ansteuersignals des Stellers im Abgastrakt. Die Ansteuerung des Stellers führt zu Änderungen der Zustände an der Turbine. In Schritt 44 werden diese erfasst und an die stationäre Betriebserkennung 38 zurückgeführt. So können Änderungen im stationären Betrieb schnell und zuverlässig erkannt werden.

In Verfahrensschritt 46 wird aufgrund des Ansteuersignals für den ersten Steller der Sollwert für die Turbinenleistung ermittelt. In Verfahrensschritt 48 wird der Istwert der Turbinenleistung ermittelt. In den Verfahrensschritten 44 bis 48 stehen über die Motorsteuerung die Werte 50 für den Abgasmassenstrom, Temperaturen vor und nach Turbine, Abgasgegendruck und Druck nach Turbine zur Verfügung. Bei den Größen 50 kann es sich um direkte Messwerte oder um Modellwerte aus der Motorsteuerung handeln.

Der Istwert für die Turbinenleistung wird in einen Istwert für die Verdichterleistung in Schritt 52 umgerechnet. Ausgehend von dem Istwert der Verdichterleistung erfolgt in Schritt 54 eine schrittweise Änderung der Steller im Frischlufttrakt zur Kompensation des ersten Stellers. Ziel der Kompensation ist, Saugrohrdruck und Zylinderfrischluftfüllung konstant zu halten. Unterhalb von vorbestimmten Mindestschwellwerten für den Eingriff des zweiten Stellers, kann der Kompensationseingriff zur Vereinfachung des Verfahrens unterbleiben.

Nicht in der Figur dargestellt ist ein anfänglicher Initialisierungsschritt des Verfahrens, bei dem der Istwert der Verdichterleistung festgestellt und für den späteren Vergleich gespeichert wird.

Die Abweichung zwischen Soll- und Istwerten für die Turbinenleistung wird in Schritt 58 bestimmt und an eine Bewertung bzw. Filterung weitergeleitet. Ausgehend von der Bewertung 5 bzw. Filterung kann eine Diagnose 62 des Stellverhaltens vorgenommen werden.

In Schritt 60 werden im wesentlichen Korrekturwerte für ein Stellstreckenmodell und die Ansteuersollwerte ermittelt. In 10 dem Adaptionsschritt 64 fließen ebenfalls die Ansteuersignale ein. Das adaptierte Streckenmodell 64 ist Ausgangspunkt für die Bestimmung des Sollwerts der Turbinenleistung in Verfahrensschritt 46.

15 Fig. 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Zur besseren Übersicht sind gleiche Verfahrensschritte mit gleichen Bezugszeichen versehen. Nachfolgend werden lediglich die Abweichungen gegenüber dem oben beschrieben Verfahren erläutert.

20 Im Unterschied zu dem oben beschriebenen Verfahren wird bei dem mit Bezug auf Fig. 3 dargestellten Verfahren in Schritt 66 der Betriebspunkt der Brennkraftmaschine bei konstanter Drehzahl und konstantem effektiven Moment durch Beeinflussung der 25 Verbrennung geändert. In Schritt 68 wird die zu erwartende Änderung an der Turbine, d. h. der zu erwartenden Änderung der Turbine bei fehlender Ansteuerung des ersten Stellers im Abgastrakt berechnet. In Schritt 68 wird also der Sollwert der Turbinenleistung bei einer Veränderung des Betriebspunktes 30 bestimmt, ohne dass eine Änderung des ersten Stellers im Abgastrakt berücksichtigt wird. In Verfahrensschritt 68 wird der Sollwert für die Turbinenleistung abhängig von den Parametern 50 berechnet, wobei diese ebenfalls die Änderungen des Betriebspunkts der Brennkraftmaschine berücksichtigen.

35 In Schritt 70 werden die Zustände an der Turbine bestimmt. In Verfahrensschritt 72 wird der Istzustand an der Turbine auf-

grund der Daten 50 bestimmt. Die Daten 50 sind entweder direkte Messwerte von Größen an der Turbine, wie beispielsweise der Abgasgegendruck, oder unter Verwendung von Modellwerten für den Abgastrakt und den Frischlufttrakt bestimmt. Der Istwert 5 der Turbinenleistung wird in den Istwert der Verdichterleistung 52 umgerechnet, dessen Wert als Ausgangspunkt für den kompensierenden Eingriff des Stellers auf der Frischluftseite dient, damit die Brennkraftmaschine im stationären oder quasi-stationären Zustand verbleibt. Das mit Bezug auf Fig. 3 10 beschriebene Verfahren eignet sich insbesondere für den quasi-stationären Betrieb, in dem das effektive Moment und die Drehzahl konstant sind.

Das vorbeschriebene Verfahren nutzt aus, dass sowohl der Abgasturbolader als auch die Brennkraftmaschine für einen Fahrer unmerklich stationär in unterschiedlichen Betriebspunkten betrieben werden können. Auf der Abgasseite ist der Steller 15 im Vergleich zur Einlassseite sehr rauen Bedingungen ausgesetzt. Das erfindungsgemäße Verfahren schafft die Möglichkeit einer Adaption 20 der Modellparameter für die Stellstrecke. Der Eingriff durch den ersten Steller wird dabei auf der Einlassseite kompensiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodell für einen Steller eines Abgasturboladers bei einer Brennkraftmaschine, mit folgenden Verfahrensschritten:

- Erkennung (38) eines stationären und quasi-stationären Betriebszustandes der Brennkraftmaschine,
- Ansteuerung (42) eines ersten Stellers für den Abgasturbolader im Abgastrakt sowie eines zweiten Stellers im Ansaugtrakt derart, dass die Brennkraftmaschine in dem Betriebszustand verbleibt,
- Bestimmung (46) eines Sollwertes für eine Zustandsgröße an der Turbine und nachfolgender Vergleich von Sollwert und gemessenen Istwert der Zustandsgröße an der Turbine,
- wobei aus der Abweichung von Ist- und Sollwert der Zustandsgröße an der Turbine ein Korrekturwert für das Stellstreckenmodell und die Ansteuerung des ersten Stellers ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine mit oder ohne konstante Betriebspunkte für die Verbrennung in dem Betriebszustand verbleibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als erster Steller im Abgastrakt ein oder mehrere Stellereinheiten für eine Wastegate-Position, einen Turbinenschaufelanstellwinkel, eine Position einer Schiebehülse an dem Abgasturbolader und/oder elektrische Steller mit und ohne Lagerrückmeldung und/oder Über- und Unterdruck geführte Membrandosen vorgesehen sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als zweiter Steller im Ansaugtrakt

ein oder mehrere Stellereinheiten für eine Drosselklappe, eine Rückströmklappe oder -ventil vorgesehen sind.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
dass der statische bzw. quasi-statische Betriebszustand
aufgrund der Werte für Motordrehzahl, Füllung, Füllungs-
zusammensetzung bei interner Abgasrückführung, Ein-
spritzenmenge, Zündwinkel, Motormoment und Ventiltrieb er-
kannt wird.

10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch ge-
kennzeichnet, dass das Ansteuern des ersten Stellers
schrittweise erfolgt, wobei die Schrittbreite und der
Abstand zwischen den Schritten derart gewählt ist, dass
15 die Änderung der Zustandsgrößen an der Turbine oder am
Verdichter des Abgasturboladers zu jedem Schritt erfasst
werden kann.

20

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch ge-
kennzeichnet, dass der zweite Steller nach einer Verzö-
gerungszeit angesteuert wird.

25

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Erkennung der statischen bzw.
quasi-statischen Betriebszustände bevorzugt im nicht
aufgeladenen Betrieb erfolgt.

30

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Ansteuerung des ersten Stellers
bevorzugt in einem Betriebszustand erfolgt, in dem eine
Änderung des Abgasgegendrucks nur eine geringe Änderung
des Betriebszustands der Brennkraftmaschine bedingt.

35

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Bestimmung der Zustandsgrößen der
Turbine oder am Verdichter des Abgasturboladers aufgrund
einer Messung erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der Zustandsgrößen an der Turbine oder dem Verdichter aus Mess- und Modellwerten des Abgastraktes bzw. des Ansaugtraktes erfolgt.
5
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Zustandsgröße an der Turbine oder dem Verdichter die Turbinenleistung bzw. Verdichterleistung
10 vorgesehen ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Betriebspunkt der Brennkraftmaschine die Ansteuerung von ersten und zweiten Steller
15 derart erfolgt, dass effektives Drehmoment und Drehzahl konstant sind.

Zusammenfassung

Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturboladersteller

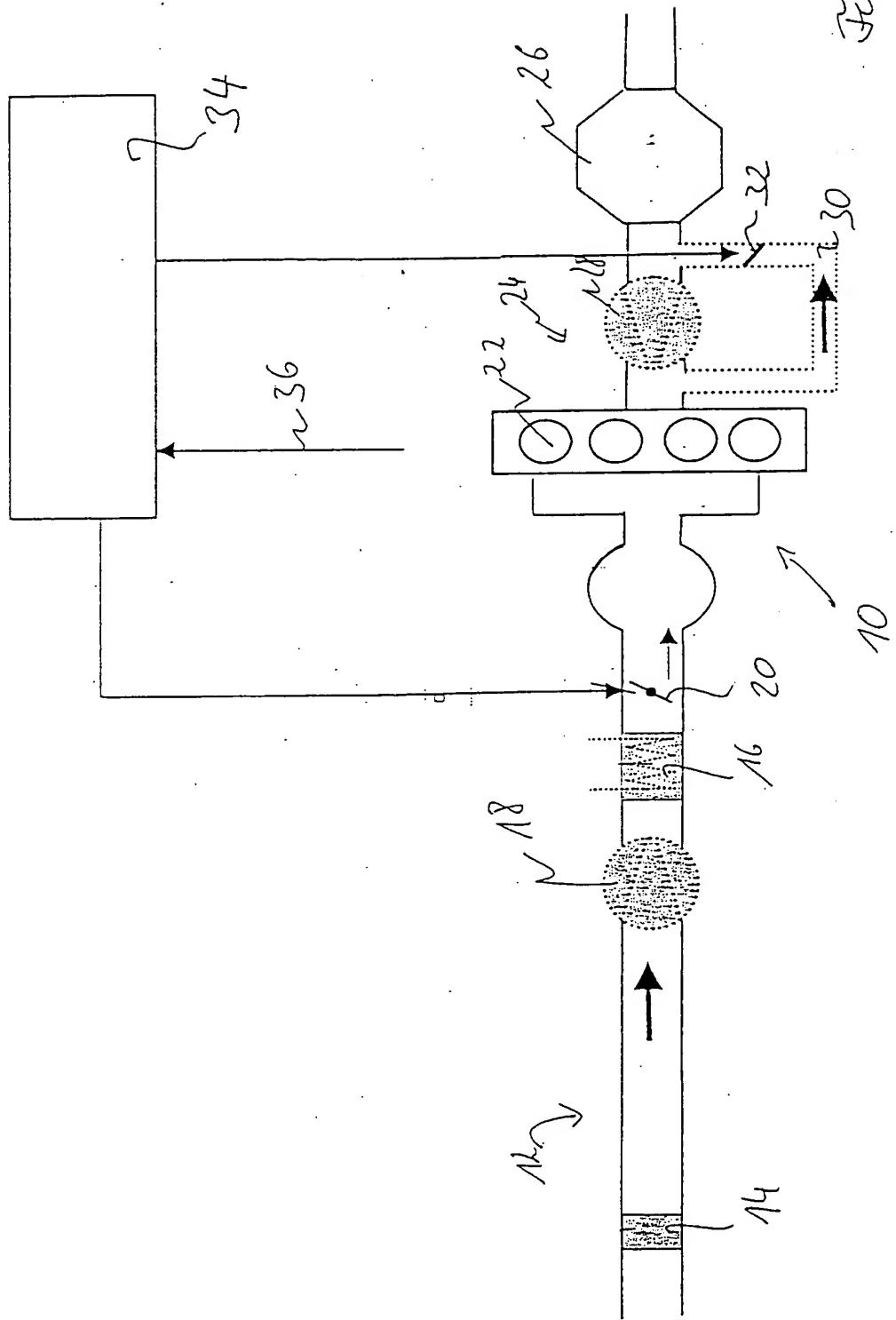
5

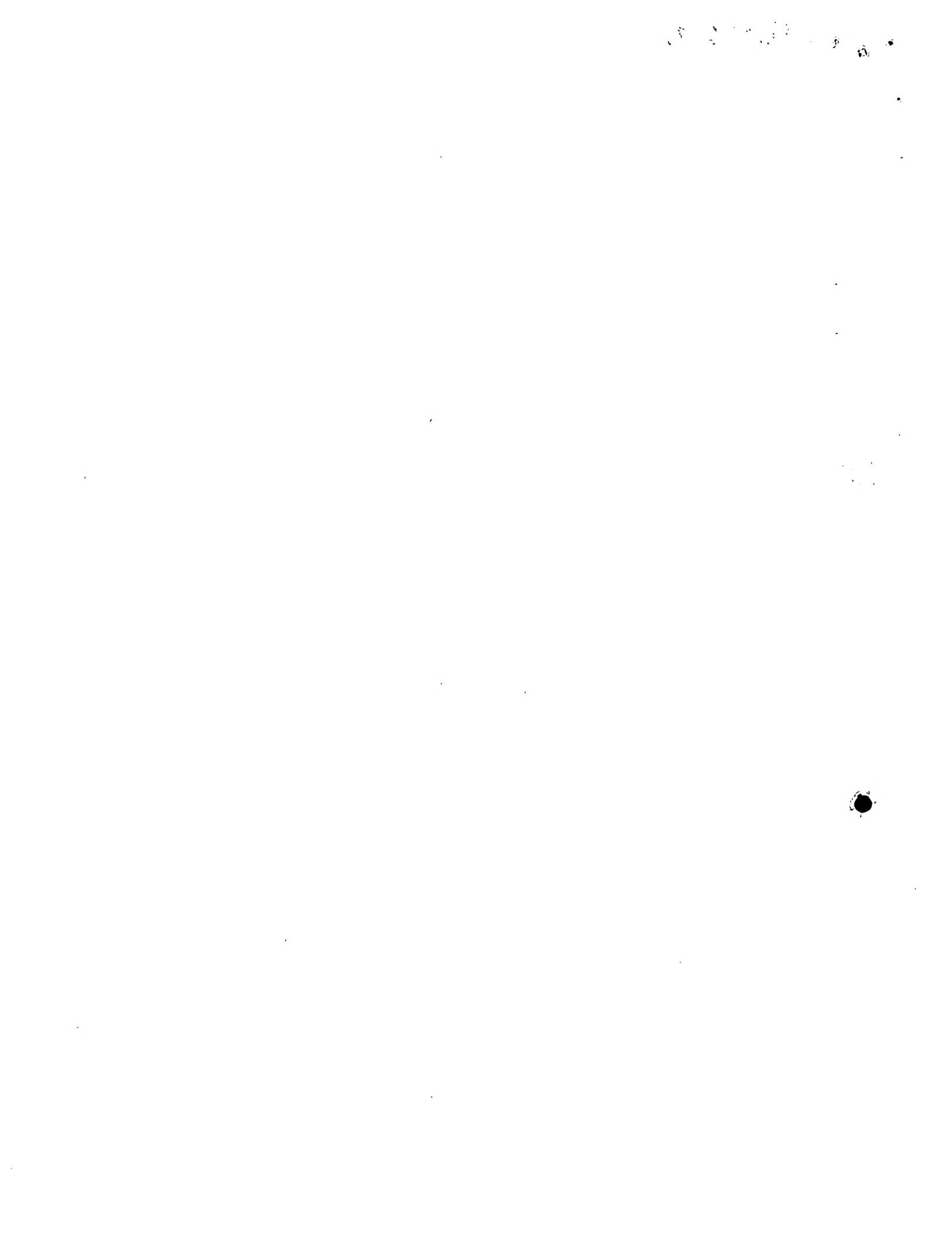
Bei dem Verfahren werden Parameter eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturboladersteller adaptiert. Hierzu werden im stationären oder quasi-stationären Betriebszustand der Brennkraftmaschine (10) ein erster Steller (32) im Abgastrakt (24) 10 angesteuert. Aus einem Vergleich von Ist- und Sollwert für eine geänderte Zustandsgröße an der Turbine werden die Parameter des Stellstreckenmodells adaptiert. Die durch das Ansteuern des ersten Stellers (32) herbeigeführte Änderung wird durch das Ansteuern eines zweiten Stellers (20) im Frischluft- 15 trakt kompensiert.

Figur 1

2002P08518DE

13





2002P08518 DE

213

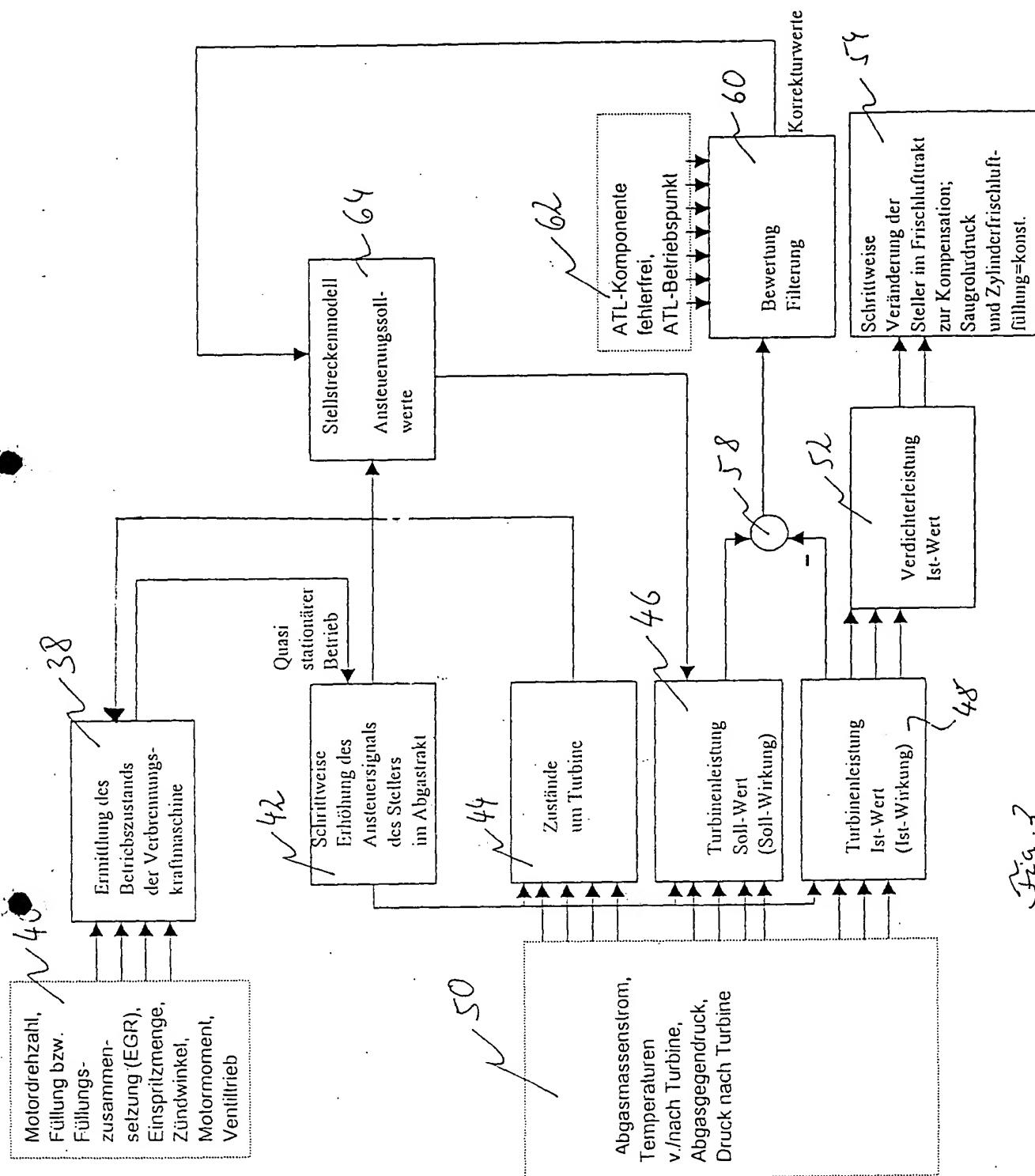
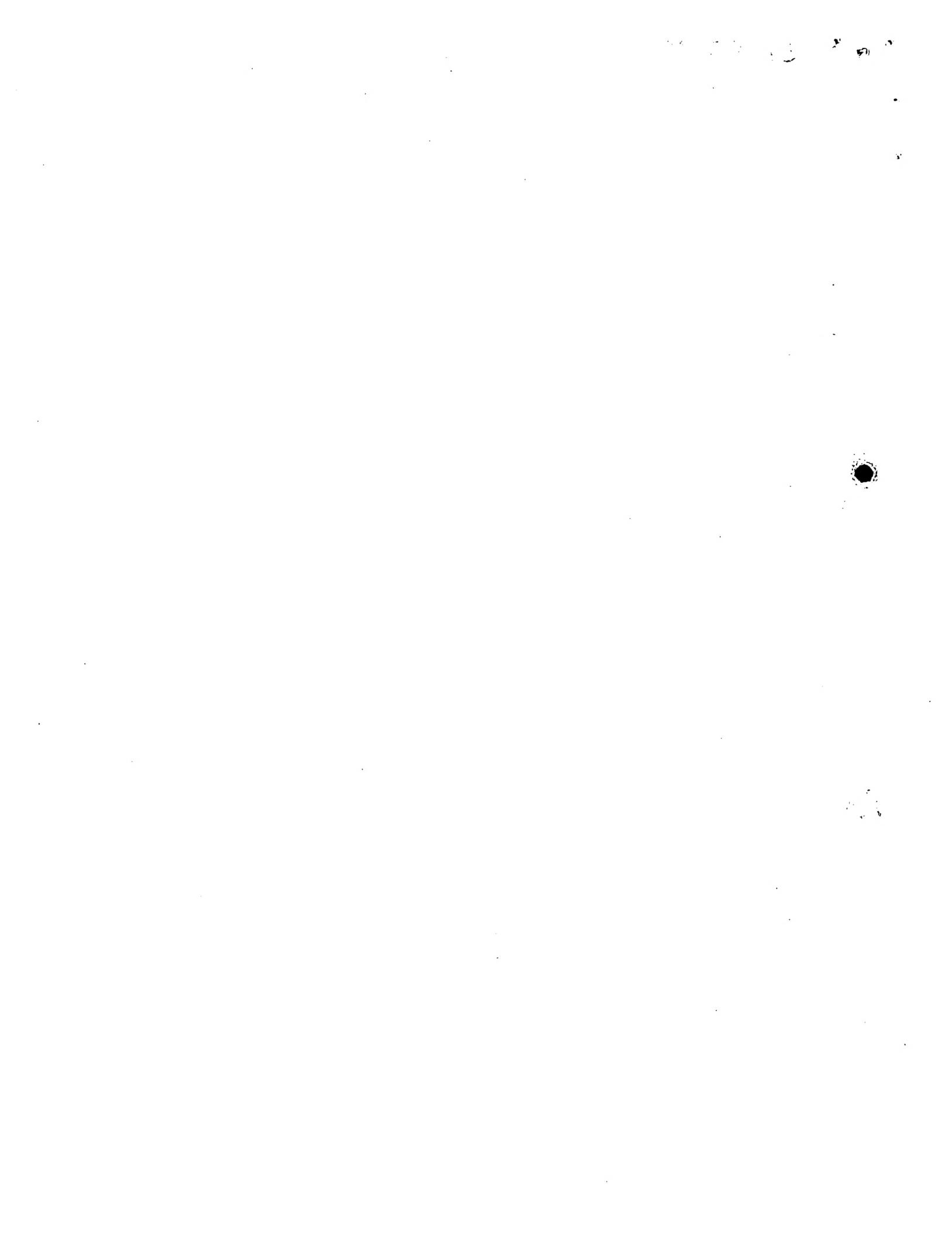


Fig. 2



2002 P085-18 DE

3/3

